

разделение зон ответственности позволит обеспечить прозрачность отслеживания представленных требований, а также улучшит тестируемость. Помимо этого, разрабатываемые модули можно будет использовать повторно и легко изменять, так как изменения модуля, не будут нести за собой изменения остальных модулей.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фатыхов М.Б. Протоколы связи в АСУТП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://plcsystems.by/articles/651> – 07.08.20.

### СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ МАЛЫХ РАСХОДОВ РАДИОАКТИВНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Г.В. Сумин, А.А. Денисевич

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [gvs9@tpu.ru](mailto:gvs9@tpu.ru)

Одной из ключевых особенностей проекта ПРОРЫВ, одна из ключевых задач которого – реализация замкнутого ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ), является малая производительность аппаратов и как следствие малые выходные материальные потоки, измерение которых является важным для поддержания корректных технологических режимов. Измерение малых расходов (до 18 л/ч) растворов радиохимических производств, является специфичной задачей, так как накладываются определенные ограничения на использование оборудования для проведения измерений, из-за агрессивности и радиоактивности применяющихся растворов. Таким образом, возникает необходимость разработки прибора для измерения малых расходов с учетом особенностей технологических растворов производств.

Для разработки измерителя малых расходов используется датчик дифференциального давления ДМ5017 и расходомер с гидравлическим сопротивлением представляющего шнек с капилляром. Проходя через гидравлическое сопротивление, образуется перепад давления, величина которого зависит от величины расхода. Для регистрации перепада давления подведены измерительные каналы. Для защиты сенсорного блока от попадания агрессивного раствора и предотвращения его выхода из строя используется промывочная жидкость, которая подается насосом из бака с разделительной жидкостью через сенсорный блок датчика дифференциального давления. Подача разделительной жидкости осуществляется периодически, чтобы не вносить погрешность в измерения расхода.

Для управления и снятия выходных характеристик с измерителя малых расходов используется программируемый логический контроллер фирмы «ОВЕН» ПЛК 154-220 А.М.

Рабочий раствор прокачивается через контур с помощью перистальтического насоса LeadFluid BT100F, управление которым происходит с помощью ПЛК по протоколу Modbus RTU. Перепад давления, полученный на капиллярном расходомере, передается датчиком ДМ 5017 в ПЛК для дальнейшей обработки, также, по протоколу Modbus RTU. Данные для визуализации и архивирования передаются с ПЛК на ПК по протоколу Modbus TCP/IP.

Для управления работой стенда используется ПК, с установленной SCADA-системой, связанный с ПЛК. Для связи датчика и насоса с ПЛК используется интерфейс RS-485 и протокол Modbus.

В качестве SCADA-системы используется TRACE MODE 6. SCADA TRACE MODE позволяет управлять работой элементов стенда, а также наглядно показывает их работу и текущие состояние.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Монахов В. И. Измерение расхода и количества жидкости, газа и пара. М.–Л., Госэнергоиздат, 1962, 128 с.
2. Перистальтические насосы. – URL: [https://encepumps.ru/peristalticheskiy\\_nasos/](https://encepumps.ru/peristalticheskiy_nasos/) (дата обращения 25.07.2020)
3. Параметры «ОВЕН» ПЛК 154-220 А.М. – URL: [http://www.owen.ru/catalog/programmiruemij\\_logicheskij\\_kontroller\\_oven\\_plk\\_154/74961994](http://www.owen.ru/catalog/programmiruemij_logicheskij_kontroller_oven_plk_154/74961994) (дата обращения 25.07.2020)

## СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ И ПЛОТНОСТИ РАДИОАКТИВНЫХ РАСТВОРОВ

Г.В. Сумин, А.А. Денисевич

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [gvs9@tpu.ru](mailto:gvs9@tpu.ru)

Развитие ядерной и химической отраслей в наше время позволяет получать уникальные продукты, находящиеся на стыке производств. Вещества, получаемые на производствах ядерно-химической отрасли, применяются при производстве медицинских препаратов, моделировании процессов происходящих в космосе и множестве других направлений. Однако на предприятиях данных отраслей существует проблема, связанная с необходимостью измерения плотности и уровня агрессивных технологических растворов. Классические методы измерения плотности и уровня зачастую неприменимы из-за высокой радиоактивности и высокой химической активности, которые ставят ограничения на применяемую аппаратуру. Для решения данной проблемы была разработана установка для измерения плотности и уровня с учетом всех заявленных требований.

Для функционирования установки используются две емкости: емкость с водой для промыва капилляров и емкость с исследуемой жидкостью. Управление подачей жидкостей из емкостей происходит с помощью ПЛК и реле. Команды управления ПЛК получает от ПК, на котором расположена SCADA система для взаимодействия оператора и установки.

Для определения плотности и уровня используются датчики перепада давления ДМ 5017, щупы которых заведены в герметичную емкость с исследуемой жидкостью. Данные о перепаде давления поступают с датчика напрямую на ПК через интерфейс RS-485 по протоколу Modbus RTU.

Щупы внутри герметичной емкости располагаются следующим образом: два погружено в жидкость на разном уровне, один сообщается с атмосферой. Зная разность давления между щупами, используя формулу гидростатического давления можно получить данные о плотности жидкости и в дальнейшем, зная плотность, определить текущий уровень жидкости.

Управление насосами для подачи жидкости в герметичную емкость осуществляется с помощью реле расположенных в модуле расширения датчика ДМ 5017.

Для визуализации процесса управления используется SCADA-система TRACE MODE 6, загруженная на ПК оператора установки. Связь между ПК и датчиками осуществляется с помощью преобразователя интерфейса USB – RS-485.